ICS 91.200
CCS P 01

T/CUPC

团　　体　　标　　准

T/CUPC XXXX-XXXX

装配式建筑智能施工要求

Requirements for intelligent construction of prefabricated buildings

（征求意见稿）

20XX-XX-XX 发布　　20XX-XX-XX 实施

中国城镇化促进会　　发 布

目　　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 1
4 基本规定 1
5 施工流程 2
6 施工前置准备 3
7 预制构件进场验收 3
8 测量定位 4
9 构件吊装 4
10 分项工程施工 5
11 质量管控 6
12 安全与环境管控 7
13 资料管理 7
14 成品保护 8

前　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中铁建工集团有限公司提出。

本文件由中国城镇化促进会归口。

本文件起草单位：中铁建工集团有限公司。

本文件主要起草人：×××

装配式建筑智能施工要求

1 范围

本文件规定了装配式建筑智能施工有关基本规定、施工流程、施工前置准备、预制构件进场验收、测量定位、构件吊装、分项工程施工、质量管控、安全与环境管控、资料管理、成品保护的要求。

本文件适用于民用与工业建筑装配式混凝土结构、装配式钢结构、装配式木结构主体结构及围护系统的施工作业、质量验收与现场管控。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准

GB 50206 木结构工程施工质量验收规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式建筑智能施工 intelligent construction of prefabricated buildings

依托自动化工装、精密测量检测设备、数字化记录设备，按标准化施工流程，完成装配式构件进场、定位、吊装、安装、调校、验收全工序精细化作业，实现施工过程可控、数据可溯、质量闭环的施工模式。

4 基本规定

4.1 总体原则

装配式建筑智能施工应遵循设备适配、工艺合规、数据真实、闭环管控的原则，所用施工设备、工艺技术均应具备工程应用条件，应符合现场施工管控要求。

4.2 人员要求

4.2.1 从事施工操作、检测、设备运维的人员，应经专项培训合格，熟悉所用数字化、自动化设备的操作规程、精度标准、维护要求。

4.2.2 测量、检测、吊装自动化设备操作人员应持证上岗，严格按照设备说明书及行业规范开展作业。

4.3 设备要求

4.3.1　所有投入施工的测量、检测、吊装监测设备，均应具备有效的计量检定证书，设备精度应符合现行规范及施工设计要求。

4.3.2　精密检测设备应定期开展校准、维护，校准周期不应超过 12 个月；作业前应进行开机自检，设备故障精度超标时不得投入使用。

4.3.3　现场施工设备选型应匹配装配式构件规格、施工工况，宜优先选用轻量化、便携化、可数字化存储的设备。

4.4　数据管理要求

4.4.1　施工设备采集的测量数据、检测数据、监测数据应自动留存、人工复核，严禁随意篡改、删除原始数据。

4.4.2　所有施工数据、检测记录均应与施工工序同步归档，原始数据存储期限不应少于工程设计使用年限。

5　施工流程

5.1　装配式建筑施工应遵循“先准备、后进场，先基准、后安装，先调校、后固定，先检测、后验收”的原则，整体按施工前置准备、构件进场验收与存放、测量基准布设复核、构件吊装就位、精密调校与固定、节点专项施工、分项质量检测、工序闭环验收、成品保护移交的闭环流程实施，施工流程图应如图 1 中所示。

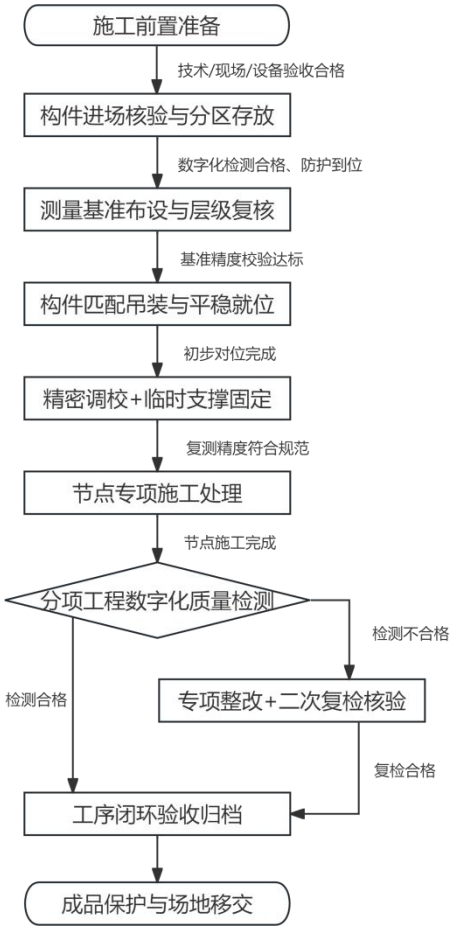


图 1　施工流程图

5.2 各施工工序应逐级递进、有序衔接，严格执行上道工序验收合格、资料齐全后方可开展下道工序的施工要求，严禁跨工序、逆工序施工，杜绝无检测、无复核、无记录的盲目施工作业。
5.3 装配式混凝土结构应遵循先竖向承重构件、后水平受力构件，先主体结构、后围护及附属构件的施工顺序。构件灌浆为关键质控工序，应全程同步监测密实度、留存施工记录。
5.4 装配式钢结构应按先主钢构、后次钢构，先承重构件、后围护构件的顺序施工。构件预拼装、安装、焊接、螺栓紧固完成后，应同步开展无损检测、扭矩检测及变形监测。
5.5 装配式木结构构件安装、节点连接完成后，应实时监测构件含水率、连接紧固状态及构件变形情况，同步配套完成防腐、防火、密封等专项工序施工。

6 施工前置准备

6.1 技术准备

施工前应完成图纸会审、专项施工方案编制、技术交底及工艺确认，明确不同结构类型构件的安装精度指标、设备操作规程、质量管控及安全管控要求，所有交底、会审资料均应完整归档。

6.2 现场准备

应清理施工作业面杂物、障碍物，平整压实构件堆放场地，完善场地排水、防雨、防潮设施；完成临时支撑体系、安全防护设施搭设，核验作业面基准点位的准确性。

6.3 设备准备

应配齐测量定位、质量检测、吊装监测、施工工装等各类设备，施工前完成全部设备的计量校准、开机自检、调试试运行工作，明确设备精度、运行状态符合施工要求。

7 预制构件进场验收

7.1 一般要求

7.1.1 装配式预制混凝土构件、钢构件、木构件进场验收，应采用数字化检测设备开展外观质量、尺寸偏差、构件性能检测。
7.1.2 构件进场时应核对产品合格证、出厂检验报告等质量证明文件，宜采用扫码设备核验构件唯一标识。
7.1.3 构件堆放场地应采用水平度检测仪检测平整度，平整度偏差不应大于 5 mm/2 m，场地应设置排水设施。

7.2 精密尺寸检测

7.2.1 构件外形尺寸、预埋件位置、预留孔洞位置检测应采用便携式三维激光扫描测距仪、数显游标卡尺、激光平整度检测仪完成批量检测。
7.2.2 混凝土构件尺寸偏差、表面平整度、垂直度检测数据应自动采集、实时记录，检测精度应符合 GB 50204 中的规定。
7.2.3 钢结构构件截面尺寸、焊缝外观尺寸应采用数显检测设备检测，明确检测数据精准有效。
7.2.4 木结构构件截面尺寸、含水率应采用数显卡尺、木材含水率检测仪检测，含水率应符合设计及 GB 50206 中的规定。

7.3 构件质量数字化核验

7.3.1　预制混凝土构件实体强度复核应采用回弹检测仪检测，设备应自动生成检测数据，保存原始检测记录。
7.3.2　预制构件表面裂缝应采用裂缝宽度检测仪检测，应精准采集裂缝宽度、长度数据，作为构件进场判定依据。
7.3.3　钢结构构件防腐涂层厚度应采用涂层测厚仪检测，涂层厚度应符合设计要求。

7.4　进场验收判定

7.4.1　所有检测数据经复核合格后方可进场堆放、投入施工。
7.4.2　检测不合格的构件应统一标识、隔离存放，严禁私自使用。
7.4.3　构件进场验收记录应随工程资料同步归档。

8　测量定位

8.1　作业设备

装配式建筑施工定位放线、基准复核、构件调校测量，应采用高精度全站仪、自动安平激光水准仪、多维激光投线仪、手持三维扫描设备等精密测量设备开展作业。

8.2　基准线自动化布设

8.2.1　施工楼层轴线、标高控制线、构件安装定位线应采用激光设备自动投线，投线精度应符合规范允许偏差要求，投线完成后应采用高精度全站仪复核校准。
8.2.2　外墙板、楼梯、叠合板等预制构件安装基准点位，应采用三维扫描设备采集数字化点位数据，统一构件安装基准。
8.2.3　整体施工基准点每施工 3 层应进行一次复核，复核偏差超出允许范围时应及时调整。

8.3　构件安装精密调校测量

8.3.1　预制构件吊装就位后，应采用激光垂直度检测仪、倾角测量设备实时检测构件垂直度、水平度偏差。
8.3.2　应依据设备实时检测数据，调整构件支撑及微调工装，完成构件安装精度动态调校。
8.3.3　构件临时支撑固定后 24 h 内应进行首次复测，混凝土浇筑完成后 72 h 内应进行最终复测。

8.4　测量数据留存

定位、复核、调校测量数据应由设备自动存储，经人工复核签字后，作为构件安装精度验收的原始依据。

9　构件吊装

9.1　设备配置要求

9.1.1　装配式构件吊装作业，起重设备应配套装设吊装力矩预警终端、起重量监测仪、吊装可视化监控设备、倾角传感器等监测装置，未装设监测装置的起重设备，不得用于装配式构件吊装作业。
9.1.2　吊具应采用带荷载显示的数字化吊具，每次吊装前进行荷载自检。
9.1.3　吊装作业区应装设风速仪，实时监测作业环境风速。

9.2　吊装过程动态管控

9.2.1　吊装作业前，力矩监测设备应对起重设备荷载、作业半径进行自检，参数超出安全阈值时应自动声光预警，严禁违规起吊。

9.2.2　构件起吊、转运、就位全过程，应通过可视化设备监控构件姿态，结合倾角传感器实时监测构件倾斜状态，及时纠偏调整。

9.2.3　吊装作业出现超载、超作业半径、限位超限等风险工况时，监测设备应自动预警并锁定操作，规避吊装安全风险。

9.2.4　当作业区风速超过 10 m/s 时，应停止所有吊装作业。

9.3　吊装就位精密调校

构件初步就位后，应结合精密测量设备实时监测数据，配合微调工装精准对位，明确构件拼接缝隙、安装位置符合设计及规范要求。

9.4　作业记录要求

吊装作业全过程的荷载数据、预警记录、姿态监测数据应自动保存，作为安全管控及施工复盘资料。

10　分项工程施工

10.1　预制混凝土构件施工

10.1.1　预制柱安装

应采用高精度全站仪定点对位，实时监测柱身垂直度偏差，通过可调式钢支撑进行动态调校；柱底灌浆应采用灌浆饱满度检测仪监测灌浆密实度，灌浆过程全程录像留存。

10.1.2　预制梁安装

应采用激光水平仪统一管控梁底标高，通过梁端微调装置调整梁体水平度及轴线位置；梁端支座位置偏差应采用数显测距仪检测。

10.1.3　叠合板安装

应采用激光水平仪统一管控板面标高，通过平整度检测仪检测板面铺设平整度，严控板面高差偏差；板缝间隙应采用测距仪检测，明确拼缝均匀、符合要求。

10.1.4　预制墙板安装

安装过程应采用垂直度监测设备全程调校，安装完成后采用三维扫描设备采集墙面数据检测墙面垂直度、平整度及洞口位置偏差。

10.1.5　预制楼梯安装

应采用激光水准仪管控梯段标高，通过倾角检测仪校验楼梯倾斜角度，明确踏步高差、梯段坡度符合设计要求。

10.2　装配式钢结构施工

10.2.1　钢柱、钢梁安装应采用高精度全站仪定点对位，实时监测构件安装轴线偏差、垂直度偏差，动态调整安装位置；钢柱柱底灌浆密实度应采用超声波检测仪检测。

10.2.2 钢支撑、钢桁架安装应采用三维扫描设备预拼装检测，明确构件拼接精度；安装过程中采用应力传感器监测杆件受力状态，防止构件变形。
10.2.3 钢结构焊缝施工完成后，应采用超声波探伤仪开展无损检测，设备自动生成检测数据、判定焊缝质量等级。
10.2.4 钢结构紧固螺栓应采用扭矩检测仪检测紧固力矩，明确螺栓紧固精度符合规范要求，检测数据应实时保存。
10.2.5 钢结构防火、防腐涂层厚度应采用涂层测厚仪检测，涂层厚度应符合设计及规范要求。

10.3 装配式木结构施工

10.3.1 木柱、木梁安装应采用激光水准仪管控构件标高，通过垂直度检测仪调校柱身垂直度；木构件连接节点应采用扭矩检测仪检测螺栓紧固力矩。
10.3.2 木楼盖、木屋盖安装应采用激光水平仪管控板面平整度，板缝间隙应采用数显塞尺检测。
10.3.3 木结构齿连接、销连接施工完成后，应采用高清数码设备留存节点施工影像资料；木材含水率应定期采用含水率检测仪监测。
10.3.4 木结构防火、防腐处理完成后，应采用涂层测厚仪检测涂层厚度，涂层厚度应符合设计要求。

10.4 装配式围护结构及附属构件施工

10.4.1 外墙围护板、保温装饰一体板安装应采用激光投线仪布设安装基准线，通过间距检测仪管控板缝宽度、构件高低差，明确围护结构安装精度及外观质量。
10.4.2 预制阳台、预制空调板、预制女儿墙安装应采用激光水准仪管控构件标高，通过倾角检测仪调校构件水平度；构件与主体结构连接节点应全数检查，留存影像资料。
10.4.3 预制屋面板安装应采用激光水平仪管控屋面坡度，板缝间隙应采用测距仪检测，明确屋面防水施工基层平整度符合要求。
10.4.4 预制门窗框安装应采用激光投线仪布设安装基准，通过数显测距仪检测框体垂直度、水平度偏差。

11 质量管控

11.1 质量检测通用要求

11.1.1 装配式建筑各分项工程施工质量检测，应采用数字化检测设备，实现检测数据量化、精准化、可追溯。
11.1.2 隐蔽工程验收应采用高清数码设备留存影像资料，影像资料应清晰显示验收部位、验收人员及验收时间。
11.1.3 所有检测项目均应按规定的抽样比例执行，严禁随意减少检测数量。

11.2 关键工序检测要求

装配式建筑关键工序检测项目、所用设备、管控精度及数据留存要求应符合表 1中的规定。

表 1　关键工序检测要求

序号	检测工序	检测设备	管控精度要求	数据留存要求
1	构件安装垂直度	垂直度检测仪、三维激光扫描仪	符合 GB 50204、GB 50205、GB 50206 允许偏差要求	逐构件检测，留存点位数据
2	构件表面平整度	平整度检测仪	墙面、板面偏差≤ 3 mm/2 m	分区检测，自动记录数据
3	构件安装标高	自动安平激光水准仪	标高偏差≤ ± 5 mm	逐点位复核，留存记录
4	钢结构焊缝质量	超声波探伤仪	符合设计及 GB 50205 探伤等级要求	逐道焊缝检测，留存探伤报告
5	混凝土构件强度复核	回弹检测仪	强度值满足设计及规范要求	按批次检测，留存检测数据
6	灌浆饱满度	灌浆饱满度检测仪	灌浆密实度达到 100%	逐孔检测，留存检测记录
7	螺栓紧固力矩	扭矩检测仪	符合设计及规范要求	按批次抽检，留存检测数据

11.3　质量偏差管控

11.3.1　数字化检测发现的安装偏差、质量缺陷，应依据量化检测数据制定专项整改方案，落实整改措施。

11.3.2　整改完成后，应采用同款检测设备开展复检，复检数据应与原始检测数据对应归档，形成检测、整改、复检的质量管控流程。

12　安全与环境管控

12.1　施工安全管控

12.1.1　高处作业、吊装作业区域应设置声光预警设备，作业人员违规进入危险区域时设备应自动预警，防范高处坠落、物体打击事故。

12.1.2　施工临时支撑体系应装设应力传感器，实时监测支撑受力状态，受力异常时及时预警，防范支撑失稳坍塌风险。

12.1.3　起重设备作业全过程应启用荷载、力矩、倾角监测装置，实时管控吊装作业安全工况。

12.1.4　施工现场临时用电系统应装设漏电监测装置，实时监测漏电电流，异常时自动断电并发出预警。

12.1.5　易燃易爆区域应设置烟雾报警器，联动消防喷淋系统，实时监测火灾风险。

12.2　施工现场环境管控

12.2.1　施工现场应配置扬尘监测设备，实时监测作业区域 PM2.5、PM10 浓度，联动喷淋设备自动降尘。

12.2.2　施工现场应设置噪声监测仪，实时监测施工噪声，严控夜间施工噪声超标，监测数据自动保存归档。

12.2.3　施工现场应设置污水排放监测设备，实时监测污水 pH 值、悬浮物浓度，达标后方可排放。

13　资料管理

13.1　数据归档要求

13.1.1　施工设备采集的测量、检测、监测数据，应同步整理为电子资料，与纸质签字资料同步归档，明确资料真实、完整、有效。

13.1.2　电子资料应采用通用文件格式，不得采用加密或专用格式，应可长期读取。

13.1.3　电子资料应进行双备份，分别存储于不同物理介质，防止数据丢失。

13.2 资料分类管理

施工资料应按设备检定资料、进场验收资料、测量定位资料、安装施工记录、质量检测资料、安全监测资料六大类别分类归档，对应各施工工序，明确条理清晰、可查可溯。

13.3 溯源管理要求

所有施工数据、施工记录应均精准对应施工部位、作业人员、施工时间，应实现施工工序、检测结果全流程可查询、可追溯、可复核。

14 成品保护

14.1 装配式构件安装完成后，施工现场应设置温湿度监测设备，实时管控构件养护环境温湿度，明确构件成型质量。

14.2 已完成安装的构件成品区域，应设置入侵预警设备，规避施工碰撞、人为踩踏等成品损坏问题。

14.3 预制楼梯踏步应采用硬质保护壳覆盖，预制墙板阳角应采用护角条保护，门窗洞口应采用木板或塑料板封堵。

14.4 成品保护期间的环境监测数据、预警记录应统一归档，作为成品质量管控的依据。